



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 198 25 223 C 2

51 Int. Cl. 7:  
**B 21 D 37/01**  
B 21 D 37/16  
B 30 B 15/02  
B 22 D 17/22  
B 22 F 1/00  
B 22 F 3/10  
B 29 C 33/02  
B 21 J 13/02

21 Aktenzeichen: 198 25 223.4-14  
22 Anmeldetag: 5. 6. 1998  
43 Offenlegungstag: 16. 12. 1999  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 30. 11. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 80636 München, DE

74 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
80538 München

72 Erfinder:

Böhm, Alexander, 01157 Dresden, DE; Scholl,  
Roland, Dr., 01157 Dresden, DE; Burkhardt,  
Thomas, 09114 Chemnitz, DE; Schubert, Andreas,  
Dr., 01219 Dresden, DE; Kadner, Juliane, 01157  
Dresden, DE

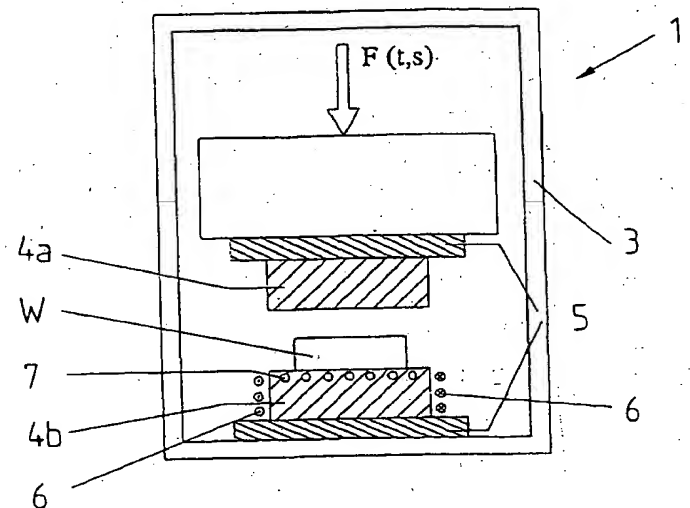
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 44 18 598 C2  
DE 33 11 865 C1

FREHN, F.: Höhere Standzeiten beim Schneiden,  
Stanzen und Umformen durch den einzigen und  
här-  
baren Hartstoff "FERRO-TIC". In: Blech, Nr. 11/  
1967, 14. Jg., S. 537-541;

54 Formwerkzeug und Verfahren zu dessen Herstellung

57 Formwerkzeug, insbesondere für eine Um-, Abform-  
oder Spritzgießvorrichtung, bestehend aus einem pulver-  
metallurgisch hergestellten Kompositwerkstoff auf der  
Basis einer oder mehrerer intermetallischen Phasen.



DE 198 25 223 C 2

DE 198 25 223 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Formwerkzeug, insbesondere für eine Umform-, Abform- oder Spritzgießvorrichtung, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung.

In der Um- und Abformtechnik sowie der Spritzgießtechnik werden Formwerkzeuge temperiert, um dieses auf ein bestimmtes, einem konkreten Fertigungsprozeß angepaßtes Temperaturniveau anzuheben und dort zu halten oder einen definierten Temperatur-Zeit-Verlauf zu erzeugen. Die Temperierung erfolgt durch Heizen oder Kühlen des Formwerkzeuges oder durch eine Kombination von beidem.

Beheizbare bzw. temperierbare Formwerkzeuge sind bereits generell aus dem Stand der Technik bekannt. Bei bekannten Umformverfahren erfolgt die Wärmezufuhr primär extern über ein umzuformendes Werkstück, während die Temperierung des Werkzeuges lediglich ergänzende Funktion zur präziseren Einhaltung der erforderlichen Prozeßtemperaturen besitzt. Zudem wird die Temperierung des Formwerkzeuges bisher dazu verwendet, um Wärmespannungen und Verzug beim Einbringen des Werkstücks in das Formwerkzeug zu verringern oder zu vermeiden.

In Kaltumformverfahren werden temperierbare Werkzeuge dazu eingesetzt, eine Erwärmung des Werkzeuges während des Umformvorganges auszugleichen.

In der Spritzgießtechnik werden temperierbare Formwerkzeuge zur Aufrechterhaltung definierter Prozeßtemperaturen eingesetzt.

Die insbesondere bisher für die Warmumformung eingesetzten Formwerkzeuge werden aus Warmarbeitsstählen schmelzmetallurgisch hergestellt. Entsprechend dem Anforderungsprofil eines Warmumformvorganges besitzen diese eine gute Warmfestigkeit, einen hohen Warmverschleißwiderstand sowie eine hinreichende Zähigkeit und Thermoschockbeständigkeit.

Durch Legierungselemente wie die Carbidgebildner Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Wolfram (W) und Vanadin (V) sowie durch die Zugabe von Nickel (Ni) und Kobalt (Co) werden gute warmfeste Eigenschaften erzielt, so daß aus derartigen Warmarbeitsstählen hergestellte Formwerkzeuge kurzzeitige Temperaturbelastungen bis 1000°C ertragen können.

Zur Erzielung ausreichender Reinheitsgrade und insbesondere eines homogenen Gefüges sind jedoch technisch aufwendige, ultrareine Schmelzverfahren notwendig, die die Herstellung von Formwerkzeugen, insbesondere für die Warmumformung, teuer und aufwendig machen.

Aus der DE 33 11 865 C1 ist ein Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung einer Warmarbeits-Werkzeugform bekannt, bei dem ein einen naturharten Werkstoff ergebendes Pulver und ein einen warmhärtbaren Werkstoff ergebendes Pulver verwendet werden. Aus der Veröffentlichung "Blech, Nr. 11/1967, 14. Jahrgang, Seiten 537 bis 541" ist ein pulvermetallurgisch hergestelltes Formwerkzeug bekannt, dessen Werkstoff aus einer härtbaren Stahlgrundmasse mit TiC-Einlagerungen besteht.

Diese bekannten Formwerkzeuge sind jedoch nur beschränkt temperaturbelastbar.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein einfach herstellbares und belastbares Formwerkzeug sowie ein entsprechendes Herstellungsverfahren anzugeben.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Formwerkzeug, insbesondere für eine Umform-, Abform- oder Spritzgießvorrichtung, bestehend aus einem pulvermetallurgisch hergestellten Kompositwerkstoff auf der Basis einer oder mehrerer intermetallischer Phasen.

Diese Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung dieses Formwerk-

zeuges, bei dem nach der Aufbereitung der Pulverkomponenten unmittelbar eine Formgebung in eine endformnahe oder endformidentische Gestalt in einem Sinterverfahren erfolgt.

Die pulvermetallurgische Herstellung von Formwerkzeugen ist gegenüber der ultrareinen, schmelzmetallurgischen Herstellung weniger aufwendig, so daß sich die Herstellungskosten reduzieren lassen.

Aufgrund ihrer Zusammensetzung und des pulvermetallurgischen Herstellungsverfahrens besitzen die Formwerkzeuge sehr gute mechanische, thermische und thermomechanische Eigenschaften. Dies ermöglicht, die Formwerkzeuge selbst als primäres Heizelement in einem Um- bzw. Abformvorgang oder Spritzgießvorgang zu verwenden.

Zudem ermöglicht der Einsatz von Kompositwerkstoffen auf der Basis intermetallischer Phasen deutlich höhere Einsatztemperaturen als schmelzmetallurgisch hergestellte Warmarbeitsstähle. Mit den pulvermetallurgisch hergestellten Formwerkzeugen aus Kompositwerkstoffen auf der Basis einer oder mehrerer intermetallischer Phasen sind Einsatztemperaturen bis 1800°C möglich, so daß nunmehr auch bisher schwer umformbare Werkstoffe bei verringerter Krafteinwirkung umgeformt werden können, wodurch die Grenzen umformtechnisch herstellbarer Werkstücke insbesondere hinsichtlich des Umformvermögens schwerer umformbarer Werkstoffe ausgedehnt werden.

Vorteilhafterweise kann das Formwerkzeug im Hochvakuum sowie unter inerter oder oxidierender Atmosphäre eingesetzt werden.

Durch die gleichzeitige Nutzung des Formwerkzeuges als Heizelement läßt sich eine besonders homogene Temperaturverteilung im Formwerkzeug erzielen. Zudem ergeben sich sehr kurze Wärmeübertragungswege, wodurch einerseits Energieverluste minimiert werden und andererseits eine sehr exakte Regelung der Umformtemperatur in einem Werkstück gewährleistet werden kann.

Da zudem die Temperierung auf das Formwerkzeug selbst beschränkt werden kann, läßt sich aufgrund der damit verbundenen geringen Wärmekapazität des Fertigungsmittels eine hohe Dynamik der Temperaturführung und damit des gesamten Umformprozesses erreichen.

Die sehr gute Hochtemperaturbeständigkeit des Formwerkzeuges ermöglicht zudem eine mechanische Beanspruchung des Werkzeuges selbst über einen längeren Zeitraum bei Temperaturen über 800°C.

Die Fertigung eines Formwerkzeuges mittels eines pulvermetallurgischen Verfahrens ermöglicht überdies besonders feinkörnige, homogene Gefüge auch bei der Verwendung von hochschmelzenden Legierungen als Bestandteile des Kompositwerkstoffes. Zudem lassen sich auch komplizierte Formgestaltungen endformidentisch oder zumindest endformnah herstellen, so daß der Nachbearbeitungsaufwand, der in einem Sintervorgang pulvermetallurgisch hergestellten Formwerkzeuge minimiert werden kann. Auch dies trägt zu einer deutlichen Senkung des Aufwands und der Kosten bei der Herstellung des Formwerkzeuges bei.

Derartige Formwerkzeuge eignen sich besonders für die Mikrofertigungstechnik, in der aufgrund der von vornherein geringen Masse und Wärmekapazität des umzuformenden Werkstückes nur eine geringe Wärmedifferenz zwischen dem Formwerkzeug und dem Werkstück bei entsprechend kurzen Wärmeübergängen notwendig ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Kompositwerkstoff aus einer Mischung von Elementpulvern und pulverförmigen Verstärkungskomponenten pulvermetallurgisch hergestellt. Als Verstärkungskomponenten, die aufgrund der pulvermetallurgischen Herstellung fein dispers in dem Kompositwerkstoff verteilt sind, werden vor allem

Karbid (z. B. TiC, SiC, HfC), Nitrid (z. B. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, TiN), Borid (z. B. TiB<sub>2</sub>) und Oxid (z. B. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>) verwendet.

Anstelle von Elementpulvern können auch Legierungspulver oder auch Mischungen von Legierungspulvern und Elementpulvern verwendet werden.

Insbesondere werden Molybdän (Mo), Titan (Ti), Niob (Nb), Eisen (Fe), Rhenium (Re), Nickel (Ni), Silizium (Si), Aluminium (Al), Wolfram (W), Vanadium (V) usw. als Elementpulver verwendet, sowie die zugehörigen Verbindungen wie z. B. MoSi<sub>2</sub>, Mo<sub>5</sub>Si<sub>3</sub>, TiSi<sub>2</sub>, FeSi<sub>2</sub>, TiAl, FeAl, Fe<sub>3</sub>Al oder NiAl als Legierungspulver verwendet.

Zur Erzielung einer besonders feinkörnigen und homogenen Gefügestruktur werden die verwendeten Pulver zumindest teilweise als Nanopulver in den Kompositwerkstoff eingebracht. Vorzugsweise weist der Kompositwerkstoff eine intermetallische Phase aus einem Zwei- bzw. Mehrkomponentensystem, z. B. aus Siliziden oder Aluminiden, auf, wobei dann der Anteil der Verstärkungskomponenten in einem Bereich von 0 bis 90 Volumen% liegt.

Die Verstärkungskomponenten werden entweder eingemischt und/oder während eines Hochenergiemahlvorganges und/oder eines Reaktionssintervorganges in situ ausgebildet.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wirkt das Formwerkzeug mit einer Temperiervorrichtung zusammen, derart, daß ein vorbestimmter Temperatur-Zeit-Verlauf einstellbar ist, so daß sich der Temperaturverlauf über einen Umformvorgang sehr genau und präzise kontrollieren läßt. Vorzugsweise umfaßt die Temperiervorrichtung eine elektrische Widerstandsheizung oder eine Induktionsheizung, die unmittelbar auf das Formwerkzeug einwirkt, so daß im wesentlichen lediglich dieses einschließlich des umzuformenden Werkstückes erwärmt wird. Dies ermöglicht eine hohe Dynamik des Temperaturänderungsvermögens und damit die Realisierung gezielter Temperatur-Zeit-Verläufe, auch mit schneller Änderung der Temperatur bzw. schnellem Ausgleich auftretender Temperaturschwankungen während eines Formvorganges.

Durch das Vorsehen zusätzlicher Kühlvorrichtungen um oder unmittelbar in dem Formwerkzeug läßt sich der Spielraum realisierbarer Temperatur-Zeit-Verläufe noch erweitern.

Durch die Integration von Kühlkanälen in das Formwerkzeug selbst die beispielsweise durch ein Kühlmedium durchströmt werden, läßt sich zudem eine besonders kompakte Bauweise verwirklichen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Unteransprüchen angegeben. Im folgenden wird nun die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert. Diese zeigt in

**Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Presse mit einem temperierbaren Formwerkzeug,

**Fig. 2** eine schematische Darstellung einer Spritzgießmaschine mit einem temperierbaren Formwerkzeug,

**Fig. 3** Formwerkzeuge mit direkter Beheizung,

**Fig. 4** Formwerkzeuge mit indirekter Beheizung, und

**Fig. 5** den Aufbau eines Formwerkzeuges zum Heißprägen eines Mikroteils.

Die in **Fig. 1** gezeigte Um- bzw. Abformvorrichtung in Form einer Presse 1 bzw. die in **Fig. 2** gezeigte Spritzgießvorrichtung 2 weist jeweils einen Kraftrahmen 3 auf, in dem die Formwerkzeuge 4a, 4b angeordnet sind. Dabei sind die Formwerkzeuge 4a, 4b über Isolatoren 5 gegenüber dem Kraftrahmen bzw. auch einem Stempel 3a der Presse 1 thermisch getrennt.

Wie in **Fig. 1** gezeigt, kann einerseits eines der Form-

werkzeuge 4a, 4b temperierbar, wohingegen bei dem in **Fig. 2** sowie in **Fig. 3** und 4 gezeigten Spritzgießvorrichtung sämtliche Formwerkzeuge 4a, 4b temperierbar sind.

Sowohl in der Um- und Abformvorrichtung in **Fig. 1** als auch in **Fig. 2** wird als Temperiervorrichtung eine um das betreffende Formwerkzeug 4a, 4b angeordnete, elektrische Induktionsheizung verwendet.

Alternativ hierzu kann, wie bei dem in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsbeispiel, das in seinem Aufbau grundsätzlich der in **Fig. 1** gezeigten Presse entspricht, als Temperiervorrichtung zur Beheizung der Formwerkzeuge 4a, 4b auch eine elektrische Widerstandsheizung verwendet werden, die unmittelbar an die Formwerkzeuge angeschlossen ist. Wie **Fig. 4** zu entnehmen ist, können in Entsprechung zu dem in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsbeispiel auch sämtliche Formwerkzeuge 4a, 4b einer Presse mittels einer Induktionsheizung temperiert werden.

In sämtlichen Ausführungsbeispielen erfolgt eine Beheizung lediglich des Formwerkzeuges 4a, 4b sowie eines in diesem angeordneten Werkstückes W, MW, wobei durch die Isolatoren 5 ein Wärmeübergang zwischen den Formwerkzeugen 4a, 4b und dem Kraftrahmen 2 gering gehalten wird. Insgesamt bleiben damit die Wärmekapazität der zu heizenden bzw. temperierenden Teile gering. Vor allem wirkt durch die Isolatoren 5 die Wärmekapazität des Kraftrahmens 3 nicht unmittelbar dämpfend auf den Temperaturverlauf in den Formwerkzeugen 4a, 4b und dem Werkstück W, MW zurück, so daß sich eine hohe Dynamik der Temperaturführung während eines Umformprozesses verwirklichen läßt. Zur Einstellung eines vorbestimmten Temperatur-Zeit-Verlaufs weist die Temperiervorrichtung geeignete Steuer- und Regelungseinrichtungen auf.

Zur Erhöhung der Dynamik der Temperaturführung sind bei dem in **Fig. 1** sowie in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsbeispiel Kühlvorrichtungen vorgesehen, die als in das Formwerkzeug selbst eingeformte Kühlkanäle 7 ausgebildet sind. Diese werden von einem geeigneten Kühlmittel, z. B. Öl, Wasser, Luft oder anderen Kühlmedien durchströmt.

In den Ausführungsbeispielen sind zur Veranschaulichung jeweils lediglich zwei Formwerkzeuge 4a, 4b vorgesehen, jedoch können, insbesondere bei der Verwendung in Spritzgießvorrichtungen, auch mehr als zwei Formwerkzeuge zur Bildung einer Form eingesetzt werden.

Die Formwerkzeuge 4a, 4b bestehen aus einem pulvermetallurgisch hergestellten Kompositwerkstoff auf der Basis einer intermetallischen Phase, z. B. aus Siliziden oder Aluminiden mit Verstärkungselementen. Diese sind aufgrund ihrer angepaßten elektrischen und thermischen Eigenschaften direkt mittels Stromdurchgang oder indirekt, d. h. induktiv von Raumtemperatur bis 1800°C beheizbar, und bei Verwendung eines Kühlmediums auch kühlbar.

Die in den Figuren gezeigten Formwerkzeuge 4a, 4b übernehmen somit gleichzeitig die Heizfunktion als auch die Formgebungsfunktion im Hinblick auf ein zu fertigendes Werkstück W, MW.

Der Kompositwerkstoff wird aus einer Mischung von Elementpulvern und pulverförmigen Verstärkungskomponenten pulvermetallurgisch hergestellt. Alternativ können auch Legierungspulver zugemischt werden.

Zur Erzielung eines besonders homogenen, feinkörnigen Gefüges sind die Formwerkzeuge 4a, 4b aus einem Kompositwerkstoff hergestellt, der aus einer Mischung von besonders feinkörnigen Pulvern, d. h. Nanopulvern oder Kompositpulvern mit Lamellenabständen im nm-Bereich, hergestellt ist.

Zur Herstellung der Formwerkzeuge werden die Pulverkomponenten, d. h. Elementpulver, Legierungspulver und pulverförmige Verstärkungskomponenten, in einem Hoch-

energie-Mahlvorgang miteinander vermischt und entsprechend mechanisch modifiziert. In einem nachfolgenden Sinterverfahren erfolgt die Formgebung in eine endformnahe oder bereits endformidentische Gestalt unter Verdichtung des vermischten Pulvers. Die Verstärkungskomponenten werden während des Hochenergie-Mahlvorganges und/oder eines Reaktions-Sintervorganges in situ ausgebildet.

Während des Hochenergiemahlvorganges tritt neben einer Zerkleinerung des Mahlgutes aufgrund ständiger Verschleißprozesse auch die Bildung neuer Kompositteilchen, bestehend aus Elementpulvern, Legierungspulvern und Verstärkungskomponenten, auf. Diese Teilchen zeigen ein signifikant anderes Sinterverhalten, das die Herstellung der Formwerkzeuge durch Reaktionssintern ermöglicht (R. Scholl, B. Kieback, deutsches Patent P 44 18 598.7; Scholl, Böhme, Kieback, Fabrication of silicide materials and their composites by reaction sintering, to be published).

Der Reaktionssinterprozeß weist folgende Schritte auf:

1. Hochenergiemahlen der entsprechenden Mischungen (z. B. Mo#2Si) Ausgangspulver (Elementpulver, Legierungspulver, Verstärkungskomponente) → Mahlvorgang (mechanische Energie) → Kompositpulver mit lamellarem Gefüge, bestehend aus den Elementen und Verbindungen der Ausgangspulver und Lamellenabständen im nm-Bereich
2. Matrizenpressen (z. B.  $p = 600 \text{ MPa}$ ) oder Kaltisostatisches Pressen
3. Reaktionssintern (drucklos oder druckunterstützt): Verdichtung und Bildung neuer Phasen unter Wärmeabgabe (z. B.  $\text{Mo} + 2\text{Si} \rightarrow \text{MoSi}_2 + \Delta Q$ ,  $\text{Ti} + \text{Al} \rightarrow \text{TiAl} + \Delta Q$ )
- Aufheizgeschwindigkeit 10 K/min
- Sintertemperatur und Sinterdauer sind von den verwendeten Element- bzw. Legierungspulvern abhängig (z. B. Sintern von TiAl bei  $1300 \dots 1350^\circ\text{C}$ , 1–5 Stunden)

Für die Verdichtung des Pulvers können sowohl drucklos als auch druckunterstützte Sinterverfahren oder Kombinationen solcher Verfahren verwendet werden. Druckunterstützte Sinterverfahren sind z. B. Heißpressen oder ~~Heißisostatisches Pressen~~. Die Formgebung in drucklosen Sinterverfahren kann unter anderem über Matrizenpressen, Spritzgießen oder kaltisostatisches Pressen erfolgen. Die Formgebung erfolgt dabei so, daß keine oder nur eine sehr geringfügige Nachbearbeitung der gesinterten Teile erforderlich sind. Die Nachbearbeitung der gesinterten Teile ist durch abtragende Verfahren, wie z. B. Spanen, Schleifen, Erodieren oder Laserablation möglich.

In einer anschließenden Wärmebehandlung wird an der Oberfläche der Formwerkzeuge eine dünne glasartige oder keramische Oberflächenschicht ausgebildet, die eine definierte Oberflächengüte des herzustellenden Werkstückes ermöglicht und gleichzeitig als isolierende Schicht zwischen dem Formwerkzeuggrundkörper und dem Werkstück W, MW wirkt.

Alternativ hierzu kann jedoch auch eine Beschichtung durch ein CVD-(chemical vapor deposition) oder ein PVD-(physical vapor deposition) Verfahren oder auch durch eine vorherige Oxidation verwirklicht werden. Die Oberflächenbeschichtung weist Oxide und/oder Nitride und/oder eine intermetallische Phase auf.

Der Kompositwerkstoff ist dabei derart zusammengesetzt, daß das Formwerkzeug in einem Bereich von Raumtemperatur bis  $1800^\circ\text{C}$  für Umform-, Abform- bzw. Spritzgießvorgänge einsetzbar ist. Zudem sind die derart herge-

stellten Formwerkzeuge im Hochvakuum genauso einsetzbar wie unter inerte oder oxidierende Atmosphäre.

Die intermetallische Phase des Kompositwerkstoffes weist ein Zwei- bzw. Mehrstoffsystem, z. B. aus Siliziden oder Aluminiden, auf, wobei dann der Anteil der Verstärkungskomponenten in einem Bereich von 0 bis 90 Volumen% liegt.

Aufgrund ihrer Doppelfunktion als Heizelement und Formwerkzeug eignen sich die pulvermetallurgisch hergestellten, temperierbaren Formwerkzeuge insbesondere für das Heißprägen von Mikroteilen, wie dies in Fig. 5 beispielhaft gezeigt ist. Zum Heißprägen von Mikrostrukturen in ein Werkstück MW wie eine Platine werden beide Formwerkzeughälften 4a, 4b beheizt, wobei hier die Heizung durch einen direkten Stromdurchfluß der Werkzeughälften, d. h. eine Widerstandsheizung, erzielt wird.

Für einen Prägevorgang wird das Werkstück MW zwischen die beiden Formwerkzeuge 4a, 4b eingebracht. Anschließend wird ein das obere Formwerkzeug 4a tragender Oberstempel 3a langsam bis zur Oberfläche des Werkstückes MW gefahren und zwar in der Weise, daß noch keine Kräfte in das Werkstück eingeleitet werden und möglichst geringe Wärmeverluste durch Wärmeströmungen hervorgerufen werden. Der einstellbare Kraft-Zeit-Weg-Verlauf ist durch Pfeile in den Figuren bildlich dargestellt.

In dieser Stellung werden die Formwerkzeuge 4a, 4b bis zur Formgebungstemperatur geheizt und bei Erreichen derselben die Umformkraft  $F(t, s)$  durch das obere Formwerkzeug 4a auf das Werkstück MW aufgebracht. Nach Beendigung des Prägeprozesses werden die Formwerkzeuge durch in diesen ausgebildete Kühlkanäle 7 mit entsprechenden Kühlmedien, z. B. Öl, Wasser oder Luft, gekühlt, wodurch insbesondere der Vorgang des Entformens des Werkstückes MW erleichtert wird.

#### Patentansprüche

1. Formwerkzeug, insbesondere für eine Um-, Abform- oder Spritzgießvorrichtung, bestehend aus einem pulvermetallurgisch hergestellten Kompositwerkstoff auf der Basis einer oder mehrerer intermetallischen Phasen.
2. Formwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompositwerkstoff aus einer Mischung von Elementpulvern und pulverförmigen Verstärkungskomponenten pulvermetallurgisch; vorzugsweise durch Reaktionssintern, hergestellt ist.
3. Formwerkzeug nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompositwerkstoff unter Beimischung von Legierungspulvern hergestellt ist.
4. Formwerkzeug nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Elementpulver und/oder Legierungspulver und/oder Verstärkungskomponenten Nanopulver oder Kompositpulver mit Lamellenabständen im nm-Bereich sind.
5. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompositwerkstoff eine intermetallische Phase aus einem Zwei- bzw. Mehrstoffsystem aufweist, wobei der Anteil der Verstärkungskomponenten 0 bis 90 Vol.-% beträgt.
6. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verstärkungskomponenten eingemischt und/oder während eines Hochenergiemahlvorganges und/oder eines Reaktionssintervorganges in situ ausgebildet werden.
7. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug eine bei Einsatztemperatur gebildete glasige oder kerami-

sche Oberfläche aufweist, die eine isolierende Schicht zwischen Formwerkzeug und Werkstück bildet und eine Oberflächengüte des Werkstückes bestimmt.

8. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug eine Oberflächenbeschichtung, vorzugsweise eine CVD-Schicht, eine PVD-Schicht oder eine voroxidierte Schicht aufweist.

9. Formwerkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenbeschichtung Oxide aufweist.

10. Formwerkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenbeschichtung Nitride aufweist.

11. Formwerkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenbeschichtung eine intermetallische Phase aufweist.

12. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Werkzeug mit einer Temperiervorrichtung zusammenwirkt zur Einstellung eines vorbestimmten Temperatur-Zeit-Verlaufes.

13. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperiervorrichtung eine Widerstandsheizung oder Induktionsheizung umfaßt.

14. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß in und/oder um das Formwerkzeug Kühlvorrichtungen angeordnet sind.

15. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß in das Formwerkzeug Kühlkanäle als Kühlvorrichtungen eingeformt sind.

16. Verfahren zur pulvermetallurgischen Herstellung eines Formwerkzeuges nach Anspruch 1, bei dem nach dem Mischen von Element- und/oder Legierungspulver mit pulverförmigen Verstärkungskomponenten zur Herstellung des Kompositwerkstoffes auf der Basis einer oder mehrerer intermetallischer Phasen unmittelbar eine Formgebung in eine endformnahe oder endformidentische Gestalt in einem Sinterverfahren erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverkomponenten in einem Hochenergiemahlprozeß miteinander gemischt werden und die Formgebung unter Verdichten des gemischten Pulvers in einem Reaktionssinterprozeß erfolgt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

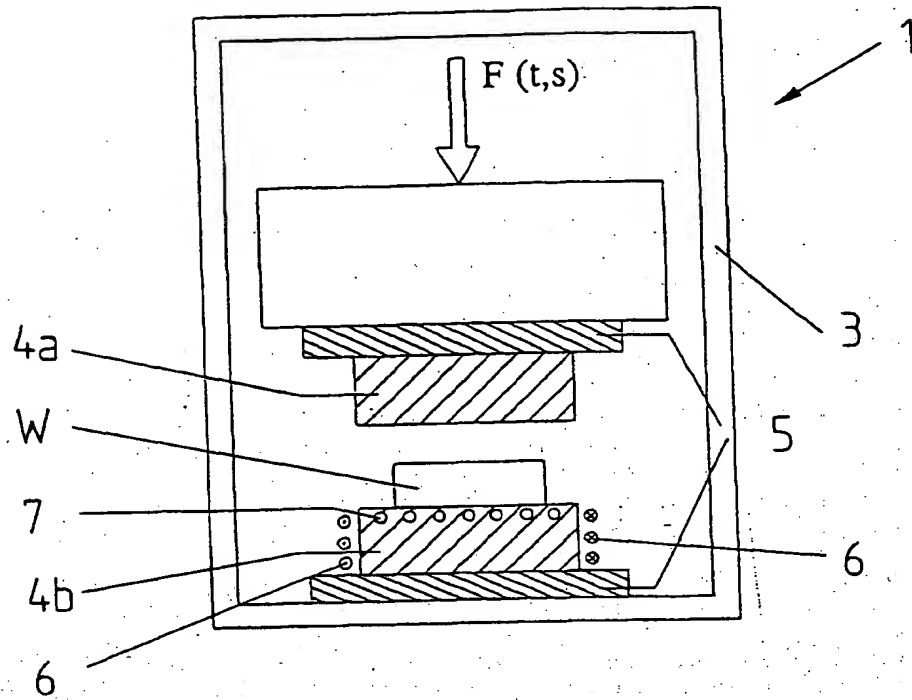


Fig. 1

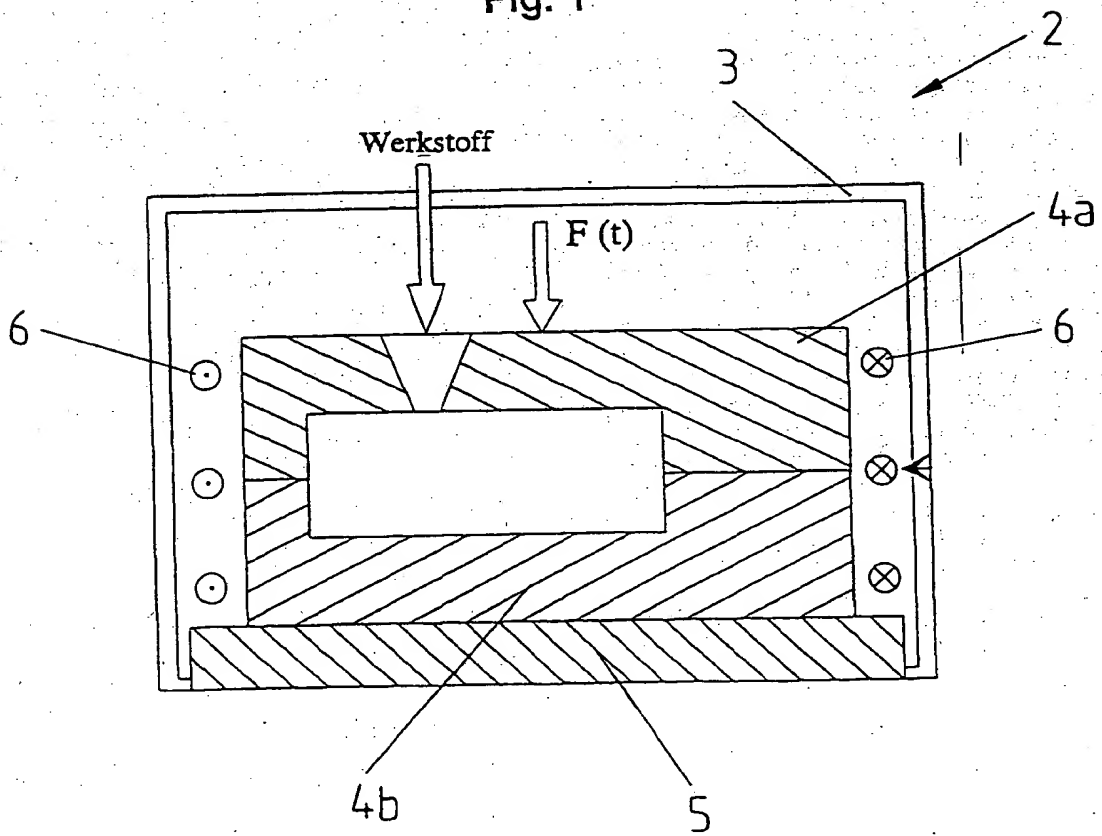


Fig. 2

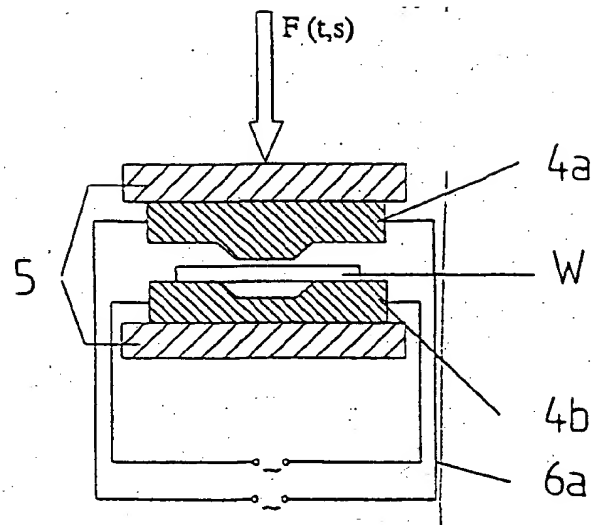


Fig. 3

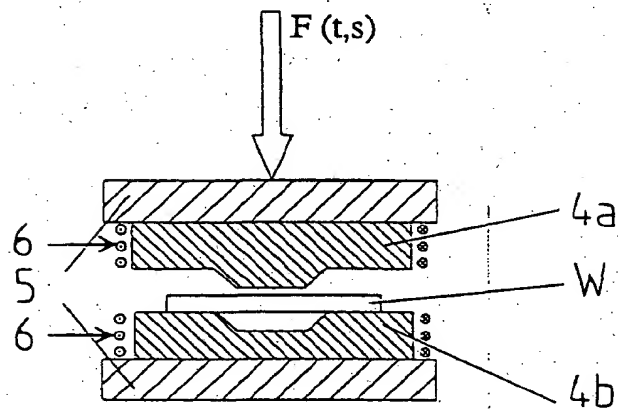


Fig. 4

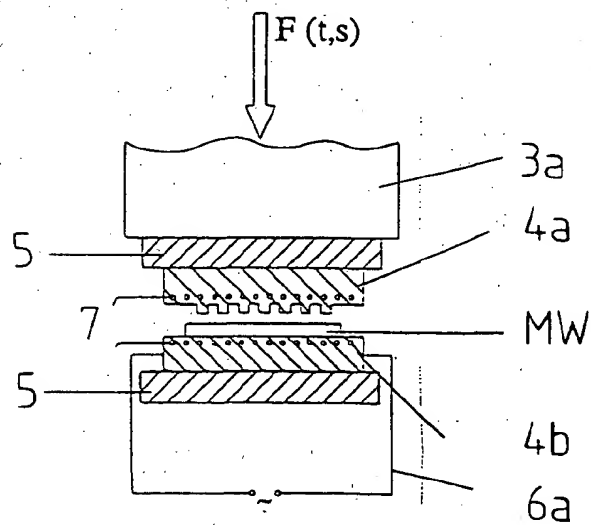


Fig. 5

Patentanwälte  
Fuchs, Mehler, Weiß & Fritzsche  
Abraham-Lincoln-Str. 7

65189 Wiesbaden

Aktenzeichen: 100 34 506.9-16  
Ihr Zeichen: p1407  
Anmeldernr.: 9320032  
Schott Glas

allen Eingaben und Zahlungen angeben

Zutreffendes ist angekreuzt ☒ und/oder ausgefüllt

PATENTANWÄLTE  
FUCHS MEHLER  
WEISS & FRITZSCHE

Eing. 23. Mai 2001  
Frist: 23. 9. 2001  
WV: 7. 9. 2001  
BWL: 23. 6. 2001

Prüfungsantrag, wirksam gestellt am 1. August 2000

Eingabe vom

eingegangen am

Die weitere Prüfung der oben genannten Patentanmeldung hat zu dem nachstehenden Ergebnis geführt.

Zur Äußerung wird eine Frist von

4 Monat(en)

gewährt, die mit der Zustellung beginnt.

Für Unterlagen, die der Äußerung gegebenenfalls beigelegt werden (z.B. Beschreibung, Beschreibungsteile, Patentansprüche, Zeichnungen), sind je zwei Ausfertigungen auf gesonderten Blättern erforderlich. Die Äußerung selbst wird nur in einfacher Ausfertigung benötigt.

Werden die Beschreibung, die Patentansprüche oder die Zeichnungen im Laufe des Verfahrens geändert, so hat der Anmelder, sofern die Änderungen nicht vom Deutschen Patent- und Markenamt vorgeschlagen sind, im Einzelnen anzugeben, an welcher Stelle die in den neuen Unterlagen beschriebenen Erfindungsmerkmale in den ursprünglichen Unterlagen offenbart sind.

☒ In diesem Bescheid sind folgende Entgegenhaltungen erstmalig genannt. (Bei deren Nummerierung gilt diese auch für das weitere Verfahren):

### Hinweis auf die Möglichkeit der Gebrauchsmusterabzweigung

Der Anmelder einer nach dem 1. Januar 1987 mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland eingereichten Patentanmeldung kann eine Gebrauchsmusteranmeldung, die den gleichen Gegenstand betrifft, einreichen und gleichzeitig den Anmeldetag der früheren Patentanmeldung in Anspruch nehmen. Diese Abzweigung (§ 5 Gebrauchsmustergesetz) ist bis zum Ablauf von 2 Monaten nach dem Ende des Monats möglich, in dem die Patentanmeldung durch rechtskräftige Zurückweisung, freiwillige Rücknahme oder Rücknahmefiktion erledigt, ein Einspruchsverfahren abgeschlossen oder - im Falle der Erteilung des Patents - die Frist für die Beschwerde gegen den Erteilungsbeschluss fruchtlos verstrichen ist. Ausführliche Informationen über die Erfordernisse einer Gebrauchsmusteranmeldung, einschließlich der Abzweigung, enthält das Merkblatt für Gebrauchsmusteranmelder (G 6181), welches kostenlos beim Patent- und Markenamt und den Patentinformationszentren erhältlich ist.

**Annahmestelle und  
Nachbriefkasten  
nur  
Zweibrückenstraße 12**

Hauptgebäude  
Zweibrückenstraße 12  
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)  
Markenabteilungen:  
Cincinnatistraße 64  
81534 München

Hausadresse (für Fracht)  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstraße 12  
80331 München

Telefon (089) 2195-0  
Telefax (089) 2195-2221  
Internet: <http://www.dpma.de>

Bank:  
Landeszentralbank München  
Kto.Nr.: 700 010 54  
BLZ: 700 000 00

P 2401.1  
08.00  
02/01

S-Bahnanschluss im  
Münchner Verkehrs- und  
Tarifverbund (MVV):



Zweibrückenstr. 12 (Hauptgebäude)  
Zweibrückenstr. 5-7 (Breiterhof)  
S1 - S8 Haltestelle Isartor

Cincinnatistraße:  
S2 Haltestelle Fasangarten  
Bus 98 / 99 (ab S-Bahnhof Giesing) Haltestelle Cincinnatistraße



/1/ CH 148560, B29C 33/38 A

/2/ DE 19825223 C2, B21D 37/01

Ein patenthindernd entgegenstehender Stand der Technik wurde nicht ermittelt. Auch unter Einbeziehung des allgemeinen Fachwissens ist anzuerkennen, daß sich die Gegenstände der Patentansprüche nicht in naheliegender Weise aus dem Stand der Technik ergeben. Die Erteilung gemäß § 49 PatG kann somit in Aussicht gestellt werden.

Die Patentansprüche 1 bis 4 sind in der vorliegenden Form jedoch nicht gewährbar.

Ein Verfahrensanspruch soll die nacheinander ablaufenden Verfahrensschritte beschreiben. Hinweise an den Fachmann sind Gegenstand der Beschreibung. Abkürzungen können in der Beschreibung verwendet werden, jedoch nicht in den Ansprüchen.

Die Prüfungsstelle hält deshalb die aus der Anlage ersichtlichen Patentansprüche für gewährbar.

Die Anmelderin wird gebeten diesen Ansprüchen zuzustimmen und sie neu einzureichen.

Weiterhin weist die Beschreibung Mängel auf.

In der Beschreibungseinleitung soll die Beschreibung des Standes der Technik erfolgen. Hier sind die entsprechenden Literaturstellen zu würdigen. Es wird deshalb darum gebeten, die Veröffentlichung von B. Hofer, Technische Rundschau, 52/1984 sowie /1/ und /2/ in die Beschreibung des Standes der Technik aufzunehmen.

Aus /1/ ist ein Verfahren zur Herstellung von Gießformen bekannt, bei dem die Form aus einem leicht schmelzbarem Gemisch von kristallwasserhaltigem Salz und in der Wärme in Wasser leicht löslichem Salz hergestellt wird.

Aus /2/ ist ein Verfahren zur Herstellung eines Formwerkzeuges bekannt, bei dem u. a. zur Verdichtung des Pulvers die Anwendung des heißisostatischen Pressens empfohlen wird.

Zeichnungen, die den Stand der Technik beschreiben, sollen als diese gekennzeichnet werden. Die Zeichnung 3 ist deshalb mit



- Stand der Technik - zu ergänzen.

Die Anmelderin wird daher gebeten, die Anmeldeunterlagen ohne unzulässige Erweiterungen zu überarbeiten und neu einzureichen.

Mit den vorliegenden Unterlagen ist die Erteilung noch nicht möglich.

Falls auf diesen Bescheid eine Äußerung in der Sache nicht beabsichtigt ist, wird um eine formlose Mitteilung über den Erhalt des Bescheids gebeten.

Prüfungsstelle für Klasse B 29 C

Dipl.-Ing. Röthe

Hausruf: 4541

Anlage:

Abl. v. 1 Entgegenhaltung (3x)

Abl. v. Patentanspr.Nr. 1 - 4



Ausgegeben

*Rothemann*

Regierungsangestellter

